

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 101 20 773 A 1

(51) Int. Cl. 7:

H 04 N 7/18

G 08 B 21/02

(21) Aktenzeichen: 101 20 773.5  
 (22) Anmeldetag: 24. 4. 2001  
 (43) Offenlegungstag: 31. 10. 2001

(66) Innere Priorität:

100 21 269.7 26. 04. 2000

(72) Erfinder:

Jurgeit, Ralph-Rainer, Dr., 16356 Eiche, DE

(71) Anmelder:

VISOLUX Zweigniederlassung der Pepperl + Fuchs  
GmbH, 10969 Berlin, DE

(74) Vertreter:

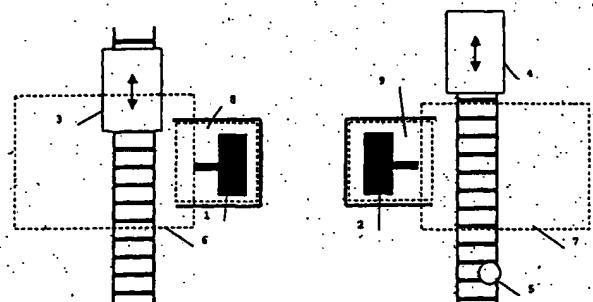
P. Meissner und Kollegen, 14199 Berlin

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Bildverarbeitungseinrichtung zur Vermeidung von Unfällen

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Vermeidung von Unfällen, bestehend aus mindestens einer Videokamera und einer Einrichtung zur Bildverarbeitung, an die die genannten Videokameras angeschlossen sind. Erfindungsgemäß sind innerhalb der Einrichtung zur Bildverarbeitung zwei unabhängig arbeitende Kanäle zur Bildsignalverarbeitung ausgebildet, von denen jeder mit ein oder mehreren Schaltelementen zur Schaltung externer Vorgänge verbunden ist. Die Erfindung betrifft außerdem die spezielle Bildverarbeitung.



DE 101 20 773 A 1

DE 101 20 773 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Bildverarbeitungseinrichtung hat zum Ziel, Zugänge zu gefährlichen Bereichen zu überwachen und Personen bei Annäherung an die Gefahrenquelle zu warnen oder die Gefahrenquelle abzuschalten. Gleichzeitig soll jedoch die Bewegung von Material möglichst ungehindert möglich sein. Mit derselben Einrichtung sollen Personen gegen Überfahren durch Material bewegende Einrichtungen geschützt werden können.

[0002] Gefährliche Bereiche werden z. Zt. soweit wie möglich durch Zäune oder Wände gegen Betreten gesichert. Meist ist aber ein Zugang zum Zweck der Materialbewegung oder zur Wartung erforderlich. Ein solcher Zugang ist üblicherweise durch eine Sicherheitstür oder einen Sicherheitssensor abgesichert. Seltener wird der gesamte gefährliche Bereich durch ein Sicherheitslichtgitter oder durch für diesen Zweck zugelassene Trittmatten abgesichert. Neuerdings gibt es auch Laserscanner, die den gefährlichen Bereich oder Teile davon mit einem Lichtlaufzeitverfahren abtasten und so Personen im gefährlichen Bereich nachweisen.

[0003] Für die Bewegung von Material werden Sicherheitseinrichtungen unter Verwendung zusätzlicher Sensoren oder durch die Anlagensteuerung für die Zeit der Materialbewegung außer Betrieb genommen. Dieser Vorgang wird als Muting bezeichnet. Ein Schutz von Personen gegen Überfahren durch Material bewegende Fahrzeuge ist heute mit einem Laserscanner oder sog. Bumper möglich.

[0004] Zäune oder Wände behindern eine flexible Arbeitsweise am gefährlichen Bereich. Die Sicherung von Zugängen durch Zugangssensoren beliebiger Art zu einem gefährlichen Bereich wirkt nur am Zugang. Personen, die den Zugang passiert haben, werden durch die Zugangssensorik nicht mehr erfasst. Aus diesem Grund sind für solche Einrichtungen Anlauf/Wiederanlauf-Sperren vorgeschrieben. Hier besteht jedoch das Risiko, dass eine Person außerhalb des Gefahrenbereiches den Anlauf freigeben kann, während sich eine Person im Gefahrenbereich befindet.

[0005] Sicherheitslichtgitter oder Trittmatten, die den gesamten Gefahrenbereich sichern, lassen sich wegen der meist komplizierten Form des abzusichernden Bereichs oft nicht einsetzen oder sind wegen der erforderlichen Anpassung an dessen Maße kostenaufwändig.

[0006] Laserscanner können bei der Absicherung von Gefahrenbereichen wegen der Schattenbildung durch Gegenstände oft nur einen Teil des Gefahrenbereichs absichern. Das derzeit praktizierte Muting zur Bewegung von Material ermöglicht bei nicht sachgerechter Ausführung, dass eine Person ungeschützt zur Gefahrenquelle gelangen kann.

[0007] Ein Schutz von Personen mit Hilfe von Laserscannern gegen Überfahren durch Fahrzeuge bedeutet, dass jedes Fahrzeug einen Laserscanner aufweisen muss, wodurch diese Lösung relativ teuer sein kann.

[0008] Der Erfindung lag deshalb die Aufgabe zugrunde, Materialbewegung ohne Muting zu ermöglichen, möglichst den gesamten Gefahrenbereich abzusichern und Personen gegen Überfahren zu schützen.

[0009] Die Lösung der Aufgabe erfolgt entsprechend den Merkmalen der Ansprüche 1 und 6. Erfindungsgemäß werden über dem Gefahrenbereich Kameras installiert, die diesen Bereich und sein Umfeld beobachten und an ein Bildverarbeitungssystem angeschlossen sind. Hinter dem Eingang des Bildverarbeitungssystems befindet sich ein Analog-Digital-Wandler, dessen Ausgang mit 2 Bildverarbeitungskanälen verbunden ist. Beide Kanäle enthalten Ausgangsbauelemente, die geeignet sind, Warnsignale einzuschalten oder gefährliche Prozesse zu steuern oder abzuschalten. Beide Kanäle sind mit einem Datenvergleicher verbunden,

an den sie Ergebnisse der Bildverarbeitung anlegen. Der Ausgang des Datenvergleichers wird auf die Bildverarbeitungskanäle rückgekoppelt.

[0010] Die Kameras erzeugen ein Videosignal, das durch den Analog-Digital-Wandler in die digitale Form umgewandelt wird. Durch die anschließende Verteilung auf beide Auswertekanäle ist gewährleistet, dass beide Auswertekanäle exakt dieselben Eingangsdaten erhalten.

[0011] Durch eine weiter unten beschriebene Bildverarbeitung werden Zwischenergebnisse erzeugt, in denen die Bildinformation auf das für die Anwendung Wesentliche reduziert ist.

[0012] In dieser Form wird sie auf den Datenvergleicher gegeben, der an beide Kanäle der Bildverarbeitung zurückmeldet, ob die Ergebnisse gleich oder ungleich sind. Wenn Gleichheit zurückgemeldet wird, wo Ungleichheit erwartet wird, oder wenn Ungleichheit zurückgemeldet wird, wo Gleichheit erwartet wird, steuern oder schalten die Ausgangselemente der Auswertekanäle alle gefährlichen Prozesse in den sicheren Zustand. Wenn jedoch Gleichheit zurückgemeldet wird, wo Gleichheit erwartet wird, und Ungleichheit zurückgemeldet wird, wo Ungleichheit erwartet wird, werden die Zwischenergebnisse der Bildverarbeitung weiterverarbeitet und Steuersignale für die Ausgangselemente erzeugt, die abhängig von der durch die Bildverarbeitung im Gefahrenbereich festgestellte Situation Warnsignale einschalten oder gefährliche Prozesse in den sicheren Zustand überführen.

[0013] Die Bildverarbeitung wird folgendermaßen durchgeführt:

Unterschieden werden Bildbereiche und Bildobjekte. Bildbereiche sind feste Ausschnitte im Bild, die der Anwender vorgibt. Bildobjekte sind Details im Bild, die bestimmte Merkmale aufweisen und die anhand dieser Merkmale durch die Bildverarbeitung automatisch gefunden werden.

[0014] Bildbereiche werden mit bestimmten Eigenschaften ausgestattet, z. B. "Bereich von Interesse" oder "Bereich mit Gefahrenquellen". Alle Bildbereiche mit gleichen Eigenschaften bilden eine Bildbereichsklasse. Jeder Bildbereich besitzt darüber hinaus eine individuelle Identität, z. B. eine bestimmte Adresse in einem Steuersystem. Bildobjekte werden ähnlich wie die Bildbereiche ebenfalls mit bestimmten Eigenschaften ausgestattet, z. B. "Referenzobjekt", "Materialbewegungseinrichtung", "unbekanntes Bildobjekt mit Mindestgröße" oder "unbekanntes Bildobjekt, unterhalb der Mindestgröße". Alle Bildobjekte mit gleichen Eigenschaften bilden eine Bildobjektklasse.

[0015] Für die Bildobjektklassen wird definiert, wie sich die Bildobjekte innerhalb einer Klasse bei Annäherung aneinander verhalten sollen. So kann z. B. definiert werden, dass eine Material bewegende Einrichtung stoppen soll, wenn sie sich einer anderen Material bewegenden Einrichtung nähert (Auffahrtschutz).

[0016] Für die Bildobjektklassen wird außerdem definiert, wie sich Bildobjekte verschiedener Klassen bei Annäherung aneinander verhalten sollen. So kann z. B. definiert werden, dass Material bewegende Einrichtungen stoppen müssen, wenn sie sich auf unbekannte Bildobjekte, die Personen sein können, bei Unterschreitung eines Mindestabstands hinbewegen.

[0017] Weiterhin wird für die Bildobjektklassen das Verhalten in Bezug auf Bildbereichsklassen definiert. So kann z. B. festgelegt werden, dass ein Warnsignal generiert wird, wenn sich ein unbekanntes Bildobjekt einem Bildbereich mit enthaltenen Gefahrenquellen nähert, oder dass Gefahrenquellen bei Annäherung eines unbekannten Bildobjektes an einen gefährlichen Bildbereich abgeschaltet werden. Im Gegensatz dazu kann für eine eventuell definierte Bildob-

jettklasse "Materialbewegungseinrichtung" festgelegt werden, dass die Gefahrenquellen bei Annäherung an einen gefährlichen Bereich nicht abgeschaltet werden. Durch solche Festlegungen ist es möglich, Material in der Nähe der Gefahrenquellen zu bewegen, ohne währenddessen die Schutzeinrichtung außer Betrieb zu nehmen.

[0018] Insbesondere ist die Festlegung folgender Bildbereichsklassen und Bildobjektklassen meist sinnvoll:

1. Bereich von Interesse (Bildbereichsklasse): Bildobjekte, die einen Bereich dieser Klasse berühren oder in ihm enthalten sind, werden komplett erfasst und verfolgt, bis sie ihn wieder verlassen. Wenn Bildobjekte verschwinden, während sie in einem Bereich ganz oder teilweise enthalten sind, überführt die Bildverarbeitung alle in diesem Bereich enthaltenen Gefahrenquellen in den sicheren Zustand.
2. Bereich mit Gefahrenquellen (Bildbereichsklasse): In ihm erfolgt eine ortsgebundene gefährliche Aktion, z. B. die Bewegung eines Roboters. In diesem Bereich werden keine Bewegungen bewertet. Sich annähernde Bildobjekte können abhängig von ihrer Bildobjektklasse die Gefahrenquelle in den ungefährlichen Zustand überführen.
3. Materialbewegungseinrichtung (Bildobjektklasse): Kann sich einem Bereich mit Gefahrenquellen nähern, ohne Warnungen oder Abschaltungen auszulösen.
4. Unbekannte Bildobjekte mit Mindestgröße (Bildobjektklasse), z. B. ein Mensch: Löst bei Annäherung an einen Bereich mit Gefahrenquellen die Überführung der Gefahrenquellen in diesem Bereich in den ungefährlichen Zustand aus. Stoppt eine Materialbewegungseinrichtung, wenn diese sich nähert und einen vorgegebenen Mindestabstand unterschritten hat.
5. Unbekannte Bildobjekte unterhalb der Mindestgröße (Bildobjektklasse), z. B. ein Schmetterling: Kann sich beliebig bewegen, ohne Aktionen auszulösen.
6. Referenzobjekt: Ortsfestes Objekt; das immer erkannt werden muss, damit festgestellt werden kann, ob das Kamerasystem und die Bildverarbeitung noch in Funktion sind. Bei zu geringer Beleuchtung könnten Personen durch die Bildverarbeitung übersehen werden. Daher muss die Bildverarbeitung die Beleuchtung überwachen und alle Gefahrenquellen abschalten, wenn die Beleuchtung einen Mindestwert unterschreitet.

[0019] Die Erfindung soll an einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert werden.

[0020] Der Bereich, in dem Personen zu schützen sind (Gefahrenbereich), enthält die Roboter 1 und 2, neben denen Schienenfahrzeuge 3 und 4 Material zu- und abführen. Zu Wartungszwecken kann sich eine Person 5 und weitere Personen den Robotern nähern. Die Personen befinden sich in der Gefahr, durch die Schienenfahrzeuge überfahren oder durch die Roboter erschlagen zu werden. Über der Szene werden Kameras befestigt, die Bilder an eine Bildverarbeitung liefern. Der Anwender legt in der aufgenommenen Szene die Bildbereiche 6 und 7 als Bereiche von Interesse fest und definiert die Bildbereiche 8 und 9 als Bereiche mit Gefahrenquellen. Die Schienenfahrzeuge werden durch den Anwender für die Bildverarbeitung als Materialbewegungseinrichtungen definiert. Die Person 5 ist für das Bildverarbeitungssystem nicht definiert und wird durch dieses im Fall einer Erfassung als "unbekanntes Objekt mit Mindestgröße" klassifiziert.

[0021] Die Roboter 1 und 2 oder ortsfeste Teile davon

werden als Objekte der Klasse "Referenzobjekt" definiert. Somit gibt es hier die Bildbereichsklassen "Bereich von Interesse" und "Bereich mit Gefahrenquellen", die je 2 konkrete Bildbereiche enthalten. Es gibt die Bildobjektklassen "Materialbewegungseinrichtung" mit 0 bis 2 Bildobjekten, "Unbekanntes Bildobjekt mit Mindestgröße" mit einer unbekannten Anzahl von Bildobjekten und "Referenzobjekt" mit 2 Objekten. Das Bildverarbeitungssystem muss ständig seine Referenzobjekte 1 und 2 identifizieren. Es überwacht die von den Referenzobjekten ausgehende mittlere Helligkeit, um die Mindestbeleuchtung abzusichern. Wenn es die Referenzobjekte nicht identifiziert, beispielsweise durch einen Kameraausfall, oder wenn ein unterer Grenzwert für die von den Robotern ausgehende Mindesthelligkeit unterschritten wird, schaltet es die Roboter und Schienenfahrzeuge ab. Das Schienenfahrzeug 3 der Bildobjektklasse "Materialbewegungseinrichtung" ist teilweise im Bildbereich 6 enthalten. Es wird daher von der Bildverarbeitung vollständig erfasst, identifiziert und verfolgt, solange es wenigstens teilweise im Bildbereich 6 enthalten ist. Das Schienenfahrzeug 4 dagegen wird nicht erfasst, da es sich nicht innerhalb eines Bereichs von Interesse befindet. Die Person 5 wird ebenfalls nicht erfasst; daher registriert das Bildverarbeitungssystem kein Bildobjekt der Klasse "Unbekanntes Bildobjekt mit Mindestgröße". Wenn die Person 5 den Bildbereich 7 betritt, wird sie durch das Bildverarbeitungssystem erfasst, als "unbekanntes Bildobjekt mit Mindestgröße" identifiziert und verfolgt. Wenn sie einen definierten Mindestabstand zum Bildbereich 9 unterschreitet, schaltet das Bildverarbeitungssystem ein Warnsignal ein und schaltet bei weiterer Annäherung den Roboter 2 ab. Wenn die Person 5 innerhalb des Bildbereichs 7 auf den Schienen stehen bleibt und sich das Schienenfahrzeug 4 nähert, so erfasst die Bildverarbeitung mit dem Eintritt in den Bildbereich 7 zunächst das Schienenfahrzeug und verhindert anschließend, dass die Person überfahren wird. Falls die Lichtverhältnisse so ungünstig sind, dass die Person 5 an irgendeiner Stelle innerhalb Bildbereichs 7 durch die Bildverarbeitung nicht mehr identifiziert werden kann, so werden der Roboter 2 und das Schienenfahrzeug 4 stillgelegt, um die nicht mehr erkennbare Person 5 zu schützen.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur Vermeidung von Unfällen bestehend aus mindestens einer Videokamera und einer Einrichtung zur Bildverarbeitung, an die die genannten Videokameras angeschlossen sind, gekennzeichnet dadurch, dass innerhalb der Einrichtung zur Bildverarbeitung zwei unabhängig arbeitende Kanäle zur Bildsignalverarbeitung ausgebildet sind, von denen jeder mit ein oder mehreren Schaltelementen zur Schaltung externer Vorgänge verbunden ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass innerhalb der Einrichtung zur Bildverarbeitung an jedem Kameraeingang ein Wandler zur Umwandlung der analogen Bildinformation in eine digitale Bildinformation installiert ist.
3. Anordnung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, dass die Ausgänge der genannten Wandler, an denen die digitale Bildinformation ausgegeben wird, mit den Eingängen der beiden genannten Kanäle zur Bildsignalverarbeitung verbunden sind.
4. Anordnung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, dass die Ausgänge der genannten Wandler, an denen die digitale Bildinformation ausgegeben wird, mit dem Eingang von einem der beiden genannten Kanäle zur Bildsignalverarbeitung verbunden sind und

dieser Kanal zum Zweck der Weitergabe der digitalen Bildinformation mit dem anderen der beiden genannten Kanäle verbunden ist.

5. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass die Einrichtung zur Bildverarbeitung eine Baugruppe für einen Datenvergleich enthält, deren Eingänge mit Ausgängen der Kanäle zur Bildsignalverarbeitung verbunden sind, an denen Ergebnisse der Bildsignalverarbeitung in die Vergleicherbaugruppe eingegeben werden, und wo der Ausgang der Vergleicherbaugruppe, der das Ergebnis "gleich" oder "ungleich" liefert, zu den beiden Kanälen der Bildsignalverarbeitung rückgekoppelt ist.

6. Bildverarbeitung zur Vermeidung von Unfällen, wobei Bildbereiche festgelegt werden, die Bildbereichsklassen mit vordefinierten Eigenschaften zugeordnet werden, und wo die Bildverarbeitung in bekannter Weise Bildobjekte im Bild erkennt, mit einer Identität versieht und anhand ihrer Eigenschaften Bildobjektklassen zuordnet, gekennzeichnet dadurch, dass Bildobjekte abhängig von der Klasse, der sie angehören, bei Annäherung aneinander oder an einen Bildbereich, der einer hierfür definierten Bildbereichsklasse angehört, Warnungen oder Überführungen von Gefahrenquellen in den sicheren Zustand bewirken.

7. Bildverarbeitung nach Anspruch 6, gekennzeichnet dadurch, dass eine Bildbereichsklasse definiert ist, die ortsfeste Gefahrenbereiche repräsentiert, und eine Bildobjektklasse definiert ist, die Einrichtungen für die Bewegung von Material repräsentiert, welche bei Annäherung an die ortsfesten Gefahrenbereiche keine Warnung auslösen und im betreffenden Gefahrenbereich enthaltene Gefahrenquellen nicht abschalten, und eine Bildobjektklasse definiert ist, die unbekannte bewegte Bildobjekte repräsentiert, die bei Annäherung an ortsfeste Gefahrenbereiche eine Warnung auslösen oder die dort befindlichen Gefahrenquellen in den sicheren Zustand überführen, und eine Bildobjektklasse definiert ist, die Bildobjekte repräsentiert, die sich ständig im Bild befinden, und deren Verschwinden einen Ausfall des Kamerasytems oder der Bildverarbeitung anzeigt und in diesem Fall alle Gefahrenquellen in den sicheren Zustand überführt.

8. Bildverarbeitung nach Anspruch 7, gekennzeichnet dadurch, dass Bewegungen von Einrichtungen für die Bewegung und Abführung von Material gestoppt werden, wenn diese sich auf unbekannte bewegte Bildobjekte zu bewegen und zu diesen ein bestimmter Mindestabstand unterschritten wird.

9. Bildverarbeitung nach einem der Ansprüche 6, 7 oder 8, gekennzeichnet dadurch, dass eine Bildbereichsklasse derart definiert ist, dass bewegte Bildobjekte einerseits durch die Bildverarbeitung nicht erfasst werden, wenn sie sich vollständig außerhalb der zu dieser Klasse gehörenden Bildbereiche befinden, und andererseits durch die Bildverarbeitung vollständig erfasst werden, wenn sie einen zu dieser Klasse gehörenden Bildbereich berühren oder in ihm enthalten sind.

10. Bildverarbeitung nach Anspruch 9, gekennzeichnet dadurch, dass ein einmal erfasstes Bildobjekt verfolgt wird, bis es den Bildbereich, den es berührt oder in dem es enthalten ist, verlassen hat und ihn nicht mehr berührt.

11. Bildverarbeitung nach Anspruch 10, gekennzeich-

net dadurch, dass die Bildverarbeitung Warnungen oder die Überführung von Gefahrenquellen in den sicheren Zustand auslöst, wenn ein durch die Bildverarbeitung verfolgtes Bildobjekt verschwindet, während es ganz oder teilweise in den festgelegten Bildbereich eingedrungen ist.

12. Bildverarbeitung nach Anspruch 6, gekennzeichnet dadurch, dass in definierten Bereichen des Bildes die Helligkeit gemessen wird und bei Unterschreitung einer Mindesthelligkeit alle Gefahrenquellen in den sicheren Zustand überführt werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

